

D'un nouveau procédé de
détection cytochimique de quelques
substances minérales (As, P, Ca) par
la Technique de l'Historadiographie.

90

THÈSE

*Présentée et publiquement soutenue
devant la Faculté de Médecine de Montpellier
le Vendredi 21 Juillet 1939*

PAR

Suzanne Gay

Née le 11 Novembre 1909

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Examineurs
de la Thèse

MM. LAMARQUE, Président.
TURCHINI, Professeur.
ROUX, Professeur agrégé.
RIMBAUD, Professeur agrégé.

Imprimerie "LA LABORIEUSE"
Place Jean-Jaurès, 7 - BÉZIERS

1939



Digitized by the Internet Archive
in 2026

90

**D'un nouveau procédé de
détection cytochimique de quelques
substances minérales (As, P, Ca) par
la Technique de l'Historadiographie.**

PAR

Suzanne Gay

Née le 11 Novembre 1909

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Examineurs
de la Thèse

MM. LAMARQUE, Président.
TURCHINI, Professeur.
ROUX, Professeur agrégé.
RIMBAUD, Professeur agrégé.

Imprimerie "LA LABORIEUSE"
Place Jean-Jaurès, 7 - BÉZIERS

1939

Personnel de la Faculté

PROFESSEURS

Anatomie	MM. J. DELMAS
Histologie	TURCHINI
Physiologie	HEDON
Chimie biologique médicale et Toxicologie	CRISTOL
Physique médicale	PECH
Anatomie pathologique	GRYNFELT
Microbiologie	LISBONNE
Pathologie et thérapeutique générales	PAGES
Thérapeutique et matière médicale	JANBON
Hydrologie thérapeutique et climatologie	PUECH
Hygiène	CARRIEU
Médecine légale et médecine sociale	VIDAL
Pathologie médicale et clinique propédeutique	BOULET
Clinique médicale	{ GIRAUD RIMBAUD
Clinique chirurgicale	
Clinique obstétricale	{ MASSABUAU <i>accés.</i> RICHE
Clinique des maladies mentales et nerveuses	
Clinique des maladies des enfants et hygiène du premier âge ..	P. DELMAS
Clinique de dermatosyphiligraphie	EUZIERE, <i>doyen</i>
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	BOUDET
Clinique des maladies des voies urinaires	MARGAROT
Clinique gynécologique	ETIENNE
Clinique ophtalmologique	JEANBRAU
Clinique d'oto-rhino-laryngologie-maxillo-faciale	LAPEYRE
Radiologie (Chargé de cours)	DEJEAN
Anatomie (Chargé de cours)	TERRACOL
Histologie (Chargé de cours)	LAMARQUE
	LAUX
	GRANEL

HONORARIAT

Professeurs honoraires : MM. RODET, TEDENAT, FORGUE, ESTOR, BERTIN-SANS, CABANNES, GALAVIELLE, VIRES, BOSC, VILLARD.

CHARGÉ DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Histoire Naturelle médicale	MM. HARANT, Dr.
Pathologie Médicale et clinique propédeutique médicale	BAUMEL, agr.
Clinique propédeutique médicale	P. RIMBAUD, agr.
Clinique des maladies contagieuses	JANBON
Clinique phthisiologique	VIDAL, prof.
Chirurgie expérimentale	GUIBAL, agr.
Pathologie externe	MOURGUES-MOLINES, agr.
Médecine opératoire	ROUX, agr.
Accouchements	COLL DE CARRERA, agr. lib.
Stomatologie	FERRIER, Dr.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

Bactériologie. M. CARRERE			
Médecine..	{	N. . .	Chirurgie. }
		BAUMEL	
		P. RIMBAUD	
		LAFON, ch.d'agr. BOUCOMONT, ch. d'agr.	
			Chimie. Dr Monnier, ch. d'agr.
			Obsétri. CADERAS de KERLEAU, ch. d'ag.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

LAMARQUE Professeur (Président)	ROUX	Agrégé
TURCHINI. Professeur	RIMBAUD	Agrégé

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A TOUS MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR LAMARQUE

Docteur ès-Sciences
Chargé de l'Enseignement de la Radiologie
à la Faculté de Médecine

*Hommage de notre respectueuse
admiration.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TURCHINI

*Hommage de notre profonde
gratitude.*

A MESSIEURS les PROFESSEURS ROUX et RIMBAUD.

*Qui nous ont fait l'honneur
d'accepter de juger notre travail.*

S. G.

AVANT - PROPOS

Ce Travail m'a été inspiré par Monsieur le Professeur LAMARQUE à qui nous devons tant pour sa belle découverte de l'Historadiographie.

La partie histologique en a été dirigée par Monsieur le Professeur Jean TURCHINI qui très aimablement a mis son laboratoire à ma disposition et dont la haute compétence me fut une aide précieuse.

Que ces deux Maîtres éminents de notre Faculté de Médecine me permettent de leur exprimer ici, ma très vive reconnaissance.

**D'un nouveau procédé de
détection cytochimique de quelques
substances minérales (As, P, Ca) par
la Technique de l'Historadiographie**

INTRODUCTION

Par radiographie, il faut entendre l'ensemble des méthodes utilisant les rayons X pour fixer une image sur une émulsion sensible en utilisant les différences de transparences de l'objet.

Par ce que Lamarque a appelé l'Historadiographie, il faut comprendre les radiographies de coupes minces des tissus. L'historadiographie constitue donc une branche de la radiographie.

Comme la radiographie clinique ou industrielle, l'historadiographie est basée sur la propriété que possèdent les radiations X d'être plus ou moins absorbées par les divers corps qu'elles traversent. Pour une même qualité et une même dose de rayons, le noircissement de l'émulsion photographique, placée immédiatement après le corps considéré, sera d'autant plus faible ou plus accentué que, pour cette qualité de rayons, le corps étudié sera plus ou moins absorbant.

La transparence de la matière aux rayons X est sous la dépendance directe de l'absorption. On peut représenter celle-ci par la formule générale exponentielle bien connue :

$$I = I_0 \cdot e^{-mx}$$

où I_0 est l'intensité du faisceau incident, I l'intensité du faisceau émergent après avoir traversé une épaisseur x de la substance étudiée et (m) un facteur appelé facteur linéaire d'absorption et caractéristique de cette substance, pour la qualité de la radiation utilisée.

On appelle coefficient d'absorption massive le rapport $\frac{m}{d}$ du coefficient d'absorption linéaire par la densité de la substance. Or, ce coefficient $\frac{m}{d}$ est la somme de deux facteurs $\frac{s}{d}$ et $\frac{t}{d}$: $\frac{s}{d}$ répond à l'absorption par diffusion et peut-être considéré comme constant dans les limites où l'on travaille en historadiographie. $\frac{t}{d}$ répond à l'absorption par fluorescence et dépend

à la fois de la longueur d'onde et de la nature du corps absorbant. On peut écrire d'après RICHMEYER ⁽¹⁾,

$$\frac{t}{d} = K_1 \cdot \frac{Z^4}{A} \cdot L^3$$

où Z représente le nombre atomique de l'élément, A son poids atomique et L la longueur d'onde de la radiation utilisée, K₁ est une constante.

Si l'on veut bien considérer le rapport $\frac{Z}{A}$ comme pratiquement constant, on peut écrire :

$$\frac{t}{d} = K_2 \cdot Z^3 \cdot L^3$$

où K₂ est une constante.

On voit donc que $\frac{t}{d}$ c'est-à-dire l'absorption, croît comme le cube de L et de Z.

Lorsqu'il s'agit de mélanges et de combinaisons chimiques on peut donner à Z une valeur que l'on a appelé nombre atomique efficace (FRICKE et GLASSER) ⁽²⁾ et qui est donné par la relation :

$$Z \text{ efficace} = \left(\frac{A_1 \cdot Z_1^4 + \dots}{A_1 \cdot Z_1 + \dots} \right)^{1/2}$$

où a₁, a₂, a₃, etc. sont les poids par lesquels les corps simples de nombres atomiques Z₁, Z₂, Z₃... etc. entrent dans la molécule ou dans le mélange considéré.

On voit donc d'une part que, pour une longueur d'onde déterminée $Z \frac{t}{d}$ augmentera avec le poids atomique du corps absorbant. Pour une même épaisseur, le corps le plus transparent sera donc le plus léger. Pour un même corps bien déterminé la transparence augmentera avec la fréquence de la radiation.

Nous n'avons pas parlé de l'épaisseur qui ici ne nous intéresse que secondairement car, en historadiographie, les coupes histologiques que l'on radiographie sont considérées comme ayant une épaisseur uniforme de l'ordre de quelques (mus).

Mais la radiographie est basée aussi sur le contraste, c'est-à-dire sur les différences de teintes des différentes parties de

l'image, ce qui revient à dire sur les différences de transparence des différentes parties de l'objet. L'examen de la formule de RICHMEYER nous montre que le contraste sera d'autant plus grand que la longueur d'onde sera plus grande : il y a donc intérêt à utiliser des radiations très molles pour obtenir de bons contrastes, surtout lorsqu'il s'agit de radiographies des substances à nombres atomiques très voisins et bas. C'est pour cette raison que LAMARQUE a été conduit à abaisser la tension électrique aux bornes de l'appareil producteur des rayons X, jusqu'aux environs de 1.000 volts ce qui répond à des rayons très mous.

Il est possible d'augmenter l'opacité des tissus en ajoutant aux constituants cellulaires des corps présentant des poids atomiques élevés, de même on peut retrancher de certaines molécules des éléments lourds et, par suite diminuer l'absorption. C'est là une application de l'historadiographie à laquelle j'ai consacré ce travail.

Enfin, on n'aurait garde d'oublier que les phénomènes d'absorption sont soumis à des accidents particuliers, appelés discontinuités, qui viennent compliquer singulièrement la question si l'on veut analyser plus finement les phénomènes.

Nous avons donné tout à l'heure la raison pour laquelle LAMARQUE a été conduit à abaisser la tension électrique aux bornes de l'appareil producteur des rayons X mous.

Les longues et intéressantes recherches de LAMARQUE ont montré que pour obtenir de bonnes radiographies de coupes histologiques de 5 (μ) d'épaisseur il fallait utiliser des rayons X émis sous des tensions de 1.000 à 5.000 volts.

On ne pouvait songer à produire des rayons X aussi mous dans les tubes ordinaires, car ils sont absorbés en totalité par le verre : il fallait donc construire des tubes spéciaux munis d'une fenêtre permettant leur passage.

Dès 1927, DAUVILLIER ⁽³⁾ étudiait cette question et en 1930 il obtint des radiographies de cellules végétales de dimensions relativement importantes et de constitution chimique riche en éléments lourds.

Avant lui, dès 1923, P. GOBY ⁽⁵⁾ en utilisant les rayons X

ordinaires, avait obtenu des radiographies d'objet dont les dimensions étaient de l'ordre de quelques millimètres. Ainsi, il rendait visible leur structure interne ; il effectuait une véritable dissection optique.

Le verre ordinaire ne devient transparent que pour les rayons émis vers 10.000 volts ($L = 1, 2 \text{ A}$) en utilisant le verre Lindemann ⁽⁶⁾ (verre alcalin dans lequel on a remplacé la silice par le bore, le sodium par le lithium et le calcium par le glucinium) on recule cette limite vers 5 000 volts ($L = 2, 5 \text{ A}$).

On peut encore abaisser ce seuil avec une membrane organique très mince. Le rayonnement K de l'aluminium ($L = 8 \text{ A}$) est pratiquement absorbé par une membrane de cellophane de 0,1 m/m. d'épaisseur et une épaisseur de 0,02 m/m. réduit de moitié son intensité.

Pour les rayons dits de Bucky ⁽⁷⁾ émis sous 8.000 volts ($L = 1.5$) A MILLER ⁽⁹⁾ trouve qu'une épaisseur de gélatine de 0,7 m/m en réduit de moitié l'intensité.

DAUVILLIER utilisait en 1930 pour ses micro-photographies cellulaires son tube destiné à l'analyse cristalline avec anticathode de tungstène et fenêtre d'aluminium ; mais pour que les rayons émis sous une tension inférieure à 5.000 volts puissent passer il fallait des lames d'aluminium de 4 (m) d'épaisseur. A cause de leur faible épaisseur, ces lames étaient extrêmement délicates. Enfin au-dessous de 3.000 volts, les rayons sont absorbés par l'aluminium. C'est pour cela que LAMARQUE employa une lame mince de lithium. Le lithium pur est très transparent aux rayons X, mais il a le défaut de s'oxyder très rapidement et devient alors assez opaque, d'où l'obligation de changer souvent cette fenêtre de lithium.

Vers la fin de l'année 1935, LAMARQUE faisait construire par la Compagnie Générale de Radiologie, un nouveau tube comprenant une anticathode de tungstène refroidie par un courant d'eau. La cathode est constituée par un filament de tungstène qui peut être porté à haute température par un courant électrique auxiliaire (8 ampères, 4 volts) ; cette cathode porte un radiateur à ailettes destiné au refroidissement par l'air.

Le tube est en communication par une ouverture ménagée

en face de l'anticathode avec une chambre photographique. Cette ouverture est fermée par une lame de lithium qui permet le passage des rayons X et arrête les rayons lumineux émis par la cathode.

La coupe histologique à étudier est simplement posée sur le film photographique que supporte un châssis : pour faciliter la mise en place du châssis, des tiges-guides ont été prévues dans l'axe de la chambre photographique, ce qui permet d'avoir toujours une photographie bien centrée. Le tube est alors obturé par une fermeture spéciale et avant de le mettre en charge on doit y réaliser un vide très poussé.

Le vide est obtenu par deux étages de pompes. Le premier étage est destiné à faire le vide primaire par une pompe mécanique, dite moléculaire, à rotation de palettes dans une huile à très faible tension de vapeur. Le deuxième étage est constitué par deux pompes particulières dites à condensation, montées en série, ces deux pompes marchent l'une par diffusion de vapeur de mercure, l'autre de vapeur d'huile, toutes deux sont refroidies par une circulation d'eau. Un tube témoin alimenté par une bobine de Rumkorff permet de déterminer grossièrement le degré de vide suivant la couleur de la décharge.

Après la prise du cliché, il faut attendre un refroidissement suffisant des pompes avant de faire pénétrer l'air et d'enlever le cliché.

L'alimentation électrique du tube ne présente pas de particularité importante, la tension est lue directement sur un voltmètre électrostatique.

L'étude de l'historadiographie ne soulève pas seulement un problème radiologique mais aussi un problème photographique (9), (10), (11). Il faut en effet avoir des émulsions photographiques qui supportent des agrandissements de l'ordre de ceux utilisés en histologie dans les examens au microscope,

GOBY (12) n'avait pu avec les plaques du commerce dépasser des grossissements de quelques dizaines de diamètre. DAUVILLIER (13) pour obtenir de plus forts grossissements utilise des émulsions colloïdales comme celles de Taupenot ou de Goldberg mais cependant les grains sont visibles au microscope. Les plaques Lippmann préparées par la technique de l'argent colloïdal décrite par Watteville et Leroy ne présentent pas

cet inconvénient au microscope, mais ces émulsions sont environ 1.000 fois moins sensibles aux rayons X que les plaques du commerce à gros grains.

LAMARQUE a le premier employé les films à émulsion fines de Lippmann fabriqués par la société belge de films radiographiques Gevaert. Ce sont ces films que j'ai utilisés. Cependant ces émulsions Lippmann étant très peu sensibles par rapport aux émulsions ordinaires, il faudra des temps de pose prolongés. Le développement de ces films se fait à l'aide d'un révélateur courant au métol-hydroquinone.

Le temps de prise des clichés est assez long Il faut compter 25 minutes de pompage pour faire le vide ; 12 - 15 minutes pour le cliché et 40 minutes pour le refroidissement des pompes. On ne peut donc faire plus de deux ou trois clichés par jour.

Mais depuis quelques mois, le Professeur LAMARQUE a modifié considérablement son appareillage et grâce à ces améliorations, la technique est devenue plus simple et infiniment plus rapide.

CHAPITRE PREMIER

On s'adresse à des coupes histologiques non colorées et simplement fixées. La coupe lavée est déposée sur une lame de microscope, puis en chambre noire, on applique, directement sur la coupe, le côté émulsionné du film vierge ; une légère pression de 2 à 3 secondes suffit pour que la coupe se détache de la lame de verre et reste collée sur le film photographique. Celui-ci est alors placé dans le châssis et le tout est glissé dans la chambre photographique.

Après la prise du cliché et refroidissement des pompes, on ouvre la chambre photographique ; le film est porté dans un révélateur, puis un fixateur et lavé ensuite à grande eau, ce qui suffit pour décoller la préparation.

Séché ensuite, il est monté entre lame et lamelle au baume de Canada comme une coupe histologique ordinaire.

Examiné au microscope, nous obtenons des images qui surprennent quelque peu un histologiste habitué aux préparations colorées. Il s'agit en effet d'une juxtaposition de noir et de blanc et de teintes fondues répondant aux différences de densités des diverses parties de la préparation. Les images obtenues ne sont pas toujours voisines de celles obtenues par coloration où seule l'affinité chimique intervient.

Choix du fixateur

Je me suis servie du mélange alcool - chloroforme à parties égales, de préférence à la formaldéhyde.

En effet, la formaldéhyde imprègne très profondément les tissus et même les lavages répétés ne peuvent débarrasser entièrement les coupes de ce fixateur. Or, le formol et la gélatine donnent un complexe très stable et insoluble, ayant un grand

pouvoir siccatif et les préparations adhèrent ainsi assez fortement au film photographique. Pour les pièces qui avaient été fixées au formol je me suis heurtée, au moment de détacher la coupe du film, à plus de difficulté par simple lavage que lorsque j'avais des pièces fixées à l'alcool - chloroforme.

Les coupes à la congélation sont celles qui conviennent le mieux à l'historadiographie, car un simple passage à l'eau distillée suffit. Quand le tissu trop friable ne permet pas de telles coupes, on peut employer les montages à la paraffine, mais il faut déparaffiner la coupe obtenue par passage dans le xylol, l'alcool et l'eau et au cours du traitement cette coupe est souvent abîmée.

CHAPITRE II

Historadiographie en Histo chimie

Les réactifs chimiques employés ordinairement en histo chimie, par le fait même qu'on leur demande d'être colorés, sont en nombre restreints. Dans l'historadiographie, les besoins ne sont plus les mêmes. On demande à l'objet à examiner de présenter des variations dans l'absorption.

Il sera alors possible d'obtenir des résultats nouveaux à l'aide des réactifs ne présentant aucune différence de coloration mais se distinguant les uns des autres par la densité et les masses moléculaires ou atomiques.

Il suffira d'utiliser un réactif déterminé qui viendra fixer un élément lourd sur le corps pour le rendre plus opaque ; ou un réactif qui arrachera au corps étudié un élément lourd pour le rendre plus transparent.

Dans l'histo chimie, il faut que les réactions soient expliquées et qu'on sache aboutir à la formation d'un corps chimique précis à partir de ceux existant dans les tissus. On doit donc employer des réactions extrêmement sensibles et spécifiques.

Il ne faut pas confondre l'histo chimie avec l'analyse chromatique qui utilise les colorants usuels de l'histologie. On doit avoir une localisation exacte et précise de la substance.

Les erreurs sont d'autant plus accentuées que les substances sont plus susceptibles de se déplacer par diffusion donc plus solubles ou de poids moléculaire plus bas ; c'est le cas des chlorures, sulfates, phosphates solubles et de l'urée. La diffusibilité de ces corps est telle qu'il ne faut pas songer à les précipiter "*in situ*".

Mais l'histochimie est très possible pour les sels de métaux lourds et pour les substances organiques à grosses molécules.

De plus la précipitation en milieu colloïdal prend des caractères spéciaux : dans un gel, la pénétration d'un réactif précipitant donne lieu au phénomène général suivant : un centre plus ou moins opaque est entouré d'une plage assez importante sans opacité, puis d'un domaine où apparaissent des zones concentriques alternativement riches et pauvres en précipité. Dans un cas assez rare, ces zones sont peu épaisses, nombreuses et les rayons croissent comme une progression géométrique. Ce phénomène rythmique porte alors le nom "*d'Anneau de Liesegang*"

J'ai étudié ces déplacements en plaçant une goutte d'acide iodique sur des couches minces de gélatine à laquelle j'avais ajouté du phosphate tricalcique insoluble. J'ai obtenu des anneaux concentriques de précipité d'iodate de calcium. Après quelques heures la goutte renfermant le précipité cristallin d'iodate de calcium, est entourée d'un halo complètement transparent : il s'effectue donc au sein de la gélatine solidifiée un important transport vers l'acide iodique du phosphate de calcium bien que celui-ci soit insoluble. Ce phénomène de transport est accentué dans le cas du phosphate monocalcique soluble. Par contre il ne se produit pratiquement pas avec le glycérophosphate de chaux qui, bien que soluble, ne présente qu'une faible diffusibilité à travers la gélatine.

CHAPITRE III

Recherche du Calcium par les Rayons X mous

Plusieurs méthodes histochimiques sont utilisées :

Méthode de Schultz-Schmorl-Policard ⁽¹⁴⁾ par action de l'acide sulfurique on obtient la formation de cristaux de gypse d'aspect caractéristique en fer de lance ; mais il y a toujours un déplacement de substance parce que l'acide sulfurique dissout les sels de chaux avant leur précipitation.

Méthode de Macallum ⁽¹⁵⁾ **au Sulfate de Plomb.** On traite d'abord par l'acide sulfurique alcoolique. Il y a pour la même raison que précédemment une mauvaise localisation. De plus SO_4Fe précipite en même temps que SO_4Ca . Quand on traite par $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, tous les sulfates précipitent à l'état de sulfate de plomb; de plus les phosphates précipitent aussi. Enfin l'acétate de Plomb peut être absorbé par les substances organiques des tissus.

Méthode argentique de Kossa ⁽¹⁶⁾ **par le Nitrate d'Argent.**

Cette méthode a été également préconisée pour la mise en évidence du phosphate de calcium. Ce réactif n'est pas spécifique: il réagit de même avec les phosphates, carbonates, chlorures, oxalates et oléates de calcium, ainsi qu'avec le cuivre, le mercure et le plomb.

Méthode de Turchini ⁽¹⁷⁾ **à l'Acide iodique.** En employant de la gélatine qui permet une localisation plus exacte en empêchant les transports grossiers de substance, les iodates de Ca, Ba et Sr précipitent. Mais là aussi, les iodates de mercure, plomb, bismuth, précipitent même en milieu nitrique et sont insolubles,

l'iodate de cuivre est très peu soluble. Après un examen critique des méthodes chimiques précédentes, j'ai été amenée à n'utiliser que cette dernière méthode dans les recherches par les rayons X.

Je me suis servie d'un tissu contenant des cellules à calcaire : le foie d'*Hélix aspersa* Müller. Mais la pièce fixée à l'alcool-chloroforme ne pouvait être coupée à la congélation parce que trop friable. Pour pouvoir faire des coupes minces, j'ai été obligée de l'inclure dans la paraffine.

Après avoir traité les coupes par le xylol pour me débarrasser de la paraffine, puis par l'alcool et par l'eau, j'ai fait agir une solution à 1 p. 100 d'acide iodique. Ensuite après un lavage suffisant, j'ai décelé le calcium sous forme d'iodate de calcium par l'historadiographie.

J'ai confirmé ainsi la position admise classiquement des cellules à calcaire dans le foie d'*Hélix aspersa* Müller.

CHAPITRE IV

Recherche de l'Arsenic par les Rayons X mous

J'ai essayé de localiser dans les tissus, l'arsenic par les rayons X mous.

CASTEL ⁽¹⁸⁾ localisa par des réactifs chimiques colorés l'arsenic dans les tissus : soit par l'hydrogène sulfuré qui donne un précipité jaune floconneux de sulfure d'arsenic, qu'on peut identifier ensuite grâce à sa solubilité dans l'eau oxygénée ammoniacale, soit par les sels de cuivre qui donnent un précipité vert d'arsénite de cuivre.

La méthode par l'hydrogène sulfuré avait déjà été critiquée par TANNEHOLZ et MIUR parce que les granulations jaunâtres ne sont pas seulement dues au trisulfure d'arsenic, mais aussi aux combinaisons sulfurées des protéines.

TURCHINI, LAMARQUE et CASTEL ⁽¹⁹⁾ ont essayé de détecter directement l'arsenic par les rayons X mous, mais les résultats bien que comparables à ceux obtenus par la réaction au sulfate de cuivre, furent imprécis : il y avait donc avantage à former un complexe plus lourd pour augmenter l'opacité aux rayons X.

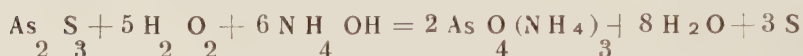
D'où l'idée de précipiter les arsénates par le réactif molybdique. Les arsénites ne sont pas précipités, mais il suffit de les oxyder par l'acide nitrique ou l'eau oxygénée ammoniacale.



Le réactif molybdique n'est pas spécifique de l'arsenic, c'est aussi un réactif de phosphore. Or, dans les tissus, nous pouvons toujours avoir de petites quantités de phosphates qui trouble- raient nos résultats. Nous pouvons séparer le phosphore de l'ar-

senic en passant par le sulfure d'arsenic avant de faire réagir le réactif molybdique ; pour cela nous traitons par l'hydrogène sulfuré, puis nous éliminons le sulfure de fer, qui serait gênant pour une lecture directe, et l'anion (P O_4) en ajoutant de l'acide chlorhydrique.

Ensuite le sulfure arsénieux sera facilement transformé en acide arsénique par oxydation par l'eau oxygénée ammoniacale.



Après plusieurs essais au laboratoire sur des gels de gélatine, je me suis arrêtée à la technique suivante : les pièces ayant été fixées à l'alcool - chloroforme et les coupes étant faites à la congélation :

1°) Je les traite dans l'eau par un courant d'hydrogène sulfuré puis par une solution d'acide chlorhydrique à 10 p. 100.

Les coupes sont alors lavées à l'eau distillée. Les phosphates qui ont été solubilisés, sont ainsi éliminés.

2°) Je les traite par l'eau oxygénée ammoniacale en présence de chaux fraîchement préparée. Le sulfure est ainsi transformé en arséniate de chaux insoluble. La présence de chaux empêche la formation d'un arséniate soluble qui risquerait de diffuser trop fortement dans les tissus ou même d'être éliminé.

3°) Je les traite alors par le réactif molybdique. L'arsénio-molybdate est un précipité jaune clair presque blanc.

REMARQUE 1 - J'ai essayé aussi d'oxyder le sulfure d'arsenic par l'eau de javel, mais les coupes ne supportent pas ce réactif à la concentration assez élevée où l'on doit l'employer pour oxyder.

REMARQUE 2. — Je me suis servie aussi de l'ozone produit par un effluveur électrique. Dans ce cas, les coupes ayant été traitées par $\text{H}^2\text{S} + \text{HCl}$ sont directement mises dans l'atmosphère ozonisée puis traitées par le réactif molybdique. Les résultats ont été satisfaisants mais la méthode m'a paru moins pratique que celle décrite précédemment.

Choix du toxique et du matériel d'expérimentation

L'animal d'expérience est le Cobaye. Le toxique, selon la méthode utilisée par P. CASTEL dans sa thèse, est administré en injection sous-cutanée.

Les cobayes reçoivent d'abord 1 cm^3 d'une solution à 1 p. 100 d'arsénite de sodium, puis 1 cm^3 une heure après ; et le lendemain 1 cm^3 le matin et 1 cm^3 , 5 le soir de cette même solution.

Les cobayes reçoivent donc au total une dose de 4 cm^3 , 5 d'arsénite de sodium à 1 p. 100. Ils sont alors sacrifiés par inhalation de chloroforme. Les divers organes sont rapidement prélevés et placés dans le fixateur.

Le fixateur utilisé est le mélange alcool-chloroforme par parties égales.

Les coupes sont ensuite faites à la congélation et mises dans l'eau distillée.

a) Je traite les coupes ainsi obtenues selon la méthode au réactif molybdique indiquée précédemment et, après les avoir lavées à l'eau distillée, je les monte sur une lamelle de verre ce qui me permet de les faire adhérer très facilement au film sensible photographique. Je mets ce film dans son châssis et je porte le tout dans l'appareil producteur de rayons X mous.

J'étudie ainsi la rate, le foie et le rein de Cobayes intoxiqués par l'arsénite de soude suivant la technique indiquée précédemment et je compare les résultats obtenus avec les photographies que me donnent la rate, le foie et le rein d'un cobaye normal.

Les tissus étudiés sont différents les uns des autres quant à leur densité, question primordiale dans la technique des rayons X. L'expérience m'a montré que quel que soit le tissu, avec l'appareil utilisé, j'obtenais les meilleures photographies pour une pose de 14 minutes sous un régime de 4.100 volts.

REMARQUE — En histochimie, on recherche les phosphates par le réactif molybdique, mais le précipité de phosphomolybdate d'ammonium est très difficile à voir à cause de sa couleur

jaune : les histochimistes le transforment donc par réduction ménagée en un oxyde bleu de molybdène nettement plus visible.⁽²⁰⁾

Mais le réactif molybdique est toujours quelque peu absorbé par la coupe. On a donc par réduction un oxyde bleu de molybdène même là où ne se trouve pas de phosphates. Le réactif molybdique n'est pas rigoureusement spécifique de leur présence.

Cette absorption du réactif molybdique par les tissus n'a pas la même importance en historadiographie, car on voit facilement sur les clichés le complexe d'arsénio-molybdate d'ammonium d'opacité plus grande.

b) - **Autres réactifs chimiques pour la recherche de l'Arsenic.**

Les histochimistes emploient aussi pour la recherche des phosphates une solution de nitrate d'urane à 0,5 p 100. Ils forment ainsi des phospho-uranates insolubles.

Dans les mêmes conditions, on obtient très facilement avec les arsénates, des arsénio-uranates insolubles en milieu voisin de la neutralité :

$(AsO_4)_2UO_2H, 4H_2O$, ⁽²¹⁾. En particulier, les sels alcalins ou alcalino-terreux sont des précipités jaunes clairs $(AsO_4, UO_2)_2M$.

J'ai donc traité les coupes comme précédemment pour éliminer les phosphates puis au lieu d'utiliser le réactif molybdique, je me suis servie d'une solution de sels d'urane : nitrate ou acétate d'uranyle à 1 p, 100.

J'ai remarqué alors, surtout dans l'examen des foies, une diffusion et une absorption par les tissus plus accentuées qu'avec le réactif molybdique. Comme l'uranium a le poids atomique le plus élevé, il est donc très opaque aux rayons X. La lecture de la coupe est pratiquement impossible, car à moins de lavages prolongés, l'uranium imprègne totalement les tissus.

c) - J'ai alors eu l'idée de déceler l'arsenic en formant l'arséniate de bismuth. Les arsénates précipitent par le nitrate de bismuth $(NO_3)_3Bi$.

Je prépare ainsi la solution de bismuth : 1 gr. $(\text{NO}_3)_3 \text{Bi}$ + 1 cm³ $\text{NO}_3 \text{H}$ ordinaire + 100 cm³ eau, je porte le tout 1/4 d'heure à l'ébullition. Dans ces conditions après filtration je n'ai pas à craindre l'hydrolyse.

Les phosphates et arsénates de bismuth obtenus sont insolubles dans l'eau même assez nitrique, mais solubles dans l'acide chlorhydrique.

Comme précédemment, je traite les coupes par $\text{H}_2 \text{S}$ et HCl et je fais un lavage abondant à l'eau distillée pour éliminer les phosphates. Ensuite j'oxyde par $\text{H}_2 \text{O}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4 \text{OH}$ dilué ainsi que je le fais pour la méthode par le réactif molybdique. Puis je lave abondamment à l'eau distillée.

Je traite alors les coupes par le réactif bismuthique, je les lave ensuite avec une solution d'acide nitrique à 1 p. 100, puis je les lave plusieurs fois à l'eau distillée pour bien éliminer le bismuth en excès qui est très opaque au rayons X.

CHAPITRE V

Résultats Histologiques

Le système réticulo-endothélial assure les fonctions de la phagocytose et conditionne l'apparition et le maintien de l'immunité dans l'économie. Il était donc normal de penser que ce même système joue un rôle dans l'absorption de nombreux médicaments et toxiques. J'ai donc été amenée à rechercher l'arsenic dans les éléments de ce système réticulo endothélial.

Or, ce système se compose entre autres :

1) de la rate et de ses endothélium vasculaires.

2) des cellules de Kupffer du foie.

J'ai toujours examiné les films négatifs en les comparant à des préparations colorées par l'hématéine-éosine. Sur un film historadiographique de rate de cobaye témoin, on retrouve très nettement les corpuscules de Malpighi relativement peu opaques, les cordons de Billroth légèrement plus denses et contrastant vivement avec la transparence des sinus veineux totalement perméables aux rayons et apparaissant alors en noir sur le film négatif.

J'ai comparé ce cliché avec un cliché de rate du cobaye intoxiqué à l'arsenic directement sans aucune préparation. Il y avait une très légère différence entre les deux clichés, mais rien de bien net.

J'ai alors traité par le réactif molybdique les coupes de rate du cobaye témoin et de celui intoxiqué à l'arsenic et j'ai pris des clichés de ces deux séries de coupes pour pouvoir les comparer. J'ai retrouvé pour les coupes de rate du cobaye intoxiqué par l'arsenic sur les cellules endothéliales des sinus veineux et sur les cordons de Billroth, des taches blanches donc opaques aux rayons X utilisés. Ces taches représentent donc le précipité d'arsénico-molyb-

date qui s'est produit là où l'arsenic s'était fixé dans les tissus. Au niveau des corpuscules de Malpighi, je n'ai pas retrouvé ces taches blanches.

La substance toxique injectée au Cobaye s'est donc localisée au niveau des cellules endothéliales et des cordons de Billroth, c'est-à-dire au niveau du tissu réticulo-endothélial.

J'ai aussi pris des clichés de ces mêmes coupes de rate traitées aux sels d'urane dans les conditions précédemment indiquées ; mais alors à cause de phénomènes de diffusion dans tout l'organe, j'ai trouvé de larges plages claires qui s'étendaient aux corpuscules de Malpighi.

J'ai fait la même étude sur des coupes de foie du Cobaye témoin et du Cobaye intoxiqué à l'arsenic.

Les clichés directs sans préparation du tissu ont montré nettement la structure du tissu hépatique : la lumière transparente de la veine sus-hépatique qui centre le lobule, les travées de Remak qui partent de là en divergeant, accompagnées des capillaires sanguins, dont la lumière vidée de sang, et donc complètement transparente aux rayons X, souligne d'un trait noir cette structure radiée caractéristique du tissu hépatique. Le long des capillaires on trouve des cellules volumineuses : ce sont les cellules de Kupffer.

Pour le foie, comme pour la rate, la comparaison des clichés directs du foie du Cobaye témoin et du foie du Cobaye intoxiqué ne donne rien de précis.

Après traitement par le réactif molybdique on trouve des taches blanches fixées sur les cellules de Kupffer quand le cobaye est intoxiqué par l'arsenic.

Après traitement par les sels d'urane, toute la coupe est imprégnée. Que ce soit une coupe de foie du Cobaye témoin ou du Cobaye intoxiqué à l'arsenic, le cliché est uniformément blanc. On ne peut retrouver la structure caractéristique. Seuls les capillaires sanguins sont restés complètement perméables aux rayons et forment un réseau noir sur un fond complètement illisible. Aux concentrations indiquées du réactif, l'absorption est massive ; aux plus grandes dilutions l'absorption est sélective. Les coupes se prêtent beaucoup mieux aux lavages. Dans

ces conditions, l'appareil de Golgi, de même que les cellules de Kupffer riches en dérivés arseniés, fixent les sels d'urane.

J'ai alors monté directement entre lame et lamelle au sirop d'Apathy, des coupes traitées par le réactif molybdique et j'ai regardé ces préparations sans autre coloration directement au microscope. Les coupes traitées par le réactif molybdique présentaient des cristaux bleus sur les cellules de Kupffer. Les sels molybdiques se réduisent en effet très facilement en présence de tissu animal en un complexe bleu de molybdène très facilement visible au microscope. Cette réduction se produit en quelques heures spontanément.

Étude historadiographique de ces mêmes coupes de foie par formation d'arséniate de bismuth

Les coupes de foie sont traitées par le réactif bismuthique suivant la technique indiquée précédemment. Dans ces conditions, je retrouve les mêmes résultats qu'avec le réactif molybdique.

Ici, un premier contrôle est d'ailleurs possible. Après traitement par l'hydrogène sulfuré, on obtient aux endroits où se localisaient les anions (PO_4) et (AsO_4) une coloration brune intense de sulfure de bismuth et de sulfure d'arsenic.

Cela m'a donné l'idée d'éliminer des coupes de foie de Cobaye intoxiqué, les phosphates pour n'avoir que l'arséniate de bismuth et de comparer les clichés ainsi obtenus avec ceux obtenus directement, c'est-à-dire comportant la précipitation des arséniates et des phosphates.

Pour cela, je traite les coupes par l'hydrogène sulfuré. Pour achever la réaction et avoir un précipité non colloïdal, je poursuis la réaction en milieu chlorhydrique. Dans ces conditions, j'élimine en même temps l'anion (PO_4), seul soluble. Après oxydation par l'eau oxygénée en milieu basique et lavages abondants à l'eau, je fais réagir le réactif bismuthique.

Recherche de l'arsenic au niveau du rein

Les médicaments s'éliminent par le rein. Il était donc logique de rechercher l'arsenic dans le rein.

Après fixation à l'alcool - chloroforme et coupe à la congélation d'un rein de Cobaye témoin et d'un rein de Cobaye intoxiqué à l'arsenic, j'ai fait sur ces coupes les mêmes études que sur la rate et le foie.

Les historadiographies directes d'un tissu rénal sont aussi très lisibles. On trouve nettement le peloton vasculaire, la capsule de Bowman et les tubes contournés, puis dans la substance médullaire, les tubes de Bellini avec des coupes de la branche ascendante et descendante de l'anse de Henlé.

Après traitement des coupes par les différents réactifs chimiques, j'ai trouvé les taches blanches au niveau des tubes contournés et des branches ascendantes de Henlé ainsi que dans le peloton vasculaire.



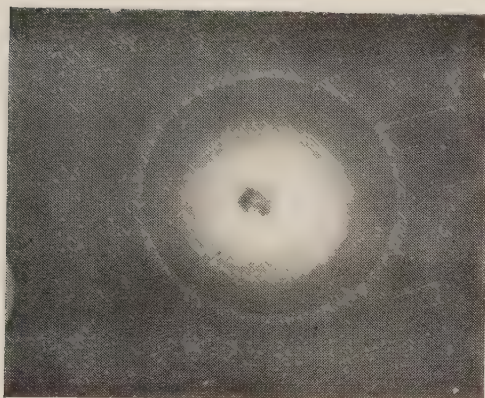
Mademoiselle GAY

Thèse Médecine - Montpellier

Foie de Cobaye après injection à l'animal d'arsénite de soude et réaction au réactif molybdique.

Historadiographie ; Film négatif ($\times 150$).

Remarquer l'opacité particulière des cellules de Kupffer au niveau desquelles s'est produite la réaction molybdique.



Mademoiselle GAY

Thèse Médecine - Montpellier

Pénétration d'un réactif précipitant dans un gel.

Étude des déplacements
sur une couche mince de [gélatine + phosphate tricalcique]
en présence d'une goutte d'acide iodique

CONCLUSIONS

Dans ce travail, j'ai essayé de déceler dans les tissus certains corps par la méthode des Rayons X mous. Pour cela, j'ai pensé à faire entrer ces corps dans des complexes ayant une transparence nettement plus faible.

A cet effet, j'ai utilisé des réactifs chimiques simples, donnant lieu à des réactions bien connues et suffisamment caractéristiques des ions recherchés.

En particulier, j'ai recherché la localisation du calcaire et de l'arsenic dans les cellules par des réactifs iodique, molybdique, uranique et bismuthique.

Plus particulièrement, ce dernier réactif m'a conduit à des résultats assez précis et à la différenciation des arséniates et des phosphates.



Laboratoires de Radiologie et d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Montpellier

BIBLIOGRAPHIE

- 1· RICHMEYER. : *Introduction to Modern Physics*
Mc Graw. Hill book compagny 1928
- 2· FRICKE *Z. anorg. chem.* 42, 585, 885, 1929.
- 3· DAUVILLIER - *C.R.*, 185, 1927, 1460.
- 4· — *C.R.*, 191, 1930, 1287.
Utilisation des rayons X de grandes longueurs d'onde.
Journal d'électricité de radiologie 14, 1930, 57.
— La production, l'utilisation radiologique et le dosage
des rayons X de grandes longueurs d'ondes.
Archives d'électricité médicale 1928, 290.
- 5 GOBY. - *C. R.*, 156, 1923, 686,
- 6· Verre Lindemann : brevet N° 389-205.
- 7· SAIDMANN. - Les rayons de Bucky. *Bull. off. d'électrothérapie.* 1928, 65.
- 8 MILLER. - *Phys., Rev.*, 8, 1926, 329.
Journal de radiologie, juin 1936.
- 9· LAMARQUE P. - Une nouvelle méthode d'utilisation des
rayons X. L'historadiographie, *Montpellier*
Médical, 1937, N° 7.
- 10· LAMARQUE P. et TURCHINI J. - Les progrès accomplis en
historadiographie. *Languedoc Médical*, 1938.
- 11· SIRC - L'Historadiographie. *Thèse de médecine*, Montpellier,
1938.
- 12 GOBY - *C. R.*, 156, 1923, 686.
— *C. R.*, 160, 1925, 735.
- 13· DAUVILLIER. - *C. R.*, 180, 1930, 1287.
- 14· SCHULTZE. - *Verkalkung in Erg. d. Allg. Path.*, 14, 1910.

- 15· MACALLUM. - *Abderh.* V, 2, 1912.
16· KOSSA. - *Mikrosk.* 1, 1923, 25.
17· TURCHINI J. - *Ass. Anat.*, 19, 1924.
18· CASTEL P. - Contribution à l'étude histochimique de la localisation de certaines substances médicamenteuses ou toxiques. *Thèse de Pharmacien supérieur*, Montpellier 1935
19· TURCHINI, J. LAMARQUE et CASTEL P. - *C. R. Soc. de Biol.* 123, 1936, 1051.
20· TURCHINI J. - De quelques applications de l'historadiographie intéressant plus spécialement les sciences médicales. *Montpellier Médical*, 1937, 69.
20· LISON L. - Histochimie animale. Méthodes et problèmes. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1936.
21· MOISSAN. - *Traité de Chimie*, t. IV. p. 883.
WERTHER. - *Ann. chem. pharm.* lieb. 68, 1848, 313.
22· KRAFT. - *C. R.* 206, 1938, 37.

Bibliographie des Travaux publiés sur l'Historadiographie

- LAMARQUE P. - Historadiographie. *C. R.* 202, 1936, 684.
— Une nouvelle application des rayons X ; l'historadiographie.
Soc. radiol. littoral Méditerranéen 24, 1936, 515.
— L'Historadiographie. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 17, 1936, 180.
— L'Historadiographie. Nouvelle technique d'examen des coupes microscopiques. *Presse médicale*, 44, 1936, 478.
LAMARQUE P. et TURCHINI J. - Premiers résultats généraux obtenus par la technique de l'historadiographie. Degré de perméabilité des constituants tissulaires

aux rayons X mous de (L) = 2,5 A.

C. R. Soc de biol., 122, 1936, 294

TURCHINI J. - Teneur en iode et opacité des historadiogrammes du corps thyroïde. *Arch. de la Soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 17, 1936, 259.

LAMARQUE P. et SIRC. - De l'importance de la qualité du rayonnement dans l'historadiographie de la peau. *Soc. de radiologie du littoral méditerranéen*, Béziers 24, 1936, 597

LAMARQUE P. - La technique de l'historadiographie. *Journal de radiologie*, 20, 1936, 325.

CASTAGNÉ R. - Amélioration de la méthode historadiographique. *Arch. de la Soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 17, 1936, 324.

LAMARQUE P., TURCHINI J. et CASTEL P. - De la localisation de certaines substances médicamenteuses ou toxiques (Bi et As) par la technique de l'historadiographie. *C. R. du 60^e Congrès de l'As. fr. pour l'avanc. des ac.* Marseille, 1936, 272.

LAMARQUE P. et TURCHINI J. - L'Historadiographie. Technique et premiers résultats. IV^e Congrès int. cytol. hafniae. Copenhague, août 1936, et *Arch. f. expa. Zelleforsch.*, 19, 1937, 221.

LAMARQUE P. - L'Historadiographie. Technique. *C. R. Ass. des Anat.*, XXXI^e Réunion, IV^e Congr. féd. intern. d'anat. Milan, sept. 1936 p. 197.

TURCHINI J. - L'Historadiographie. Principales applications histologiques. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXI^e Réunion, IV^e Congrès féd. intern. d'anat. Milan, sept 1936, p. 314.

LAMARQUE P. et TURCHINI J. - Historadiographie et historadiogrammes, démonstrations spéciales. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXI^e Réun. IV^e Congr. fed. intern. d'anat. Milan, sept. 1936, p. 341.

- — L'istoradiographia e le me principali applicazioni
Monitore zoologico italiano 47, 1936, 290.
- LAMARQUE P. - L'istoradiographie dans le cancer. Communication au 3^e Cong. intern. de lutte scientifique contre le cancer. Bruxelles, sept. 1936.
- L'Historadiographia. Un non méthode d'examen de les cellules i dels teiscits pels Raigs X. *La Medicina catalana*. Août-septembre 1936 p. 127.
- Radiosensibilité cellulaire et istoradiographie. 3^e Cong. annuel des médecins électroradiologistes de langue française. Octobre 1936.
- Historadiography. *Radiology*. St-Louis (U. S. A.) 27, 1936, 563.
- Nouvelle application de l'istoradiographie par l'utilisation de l'absorption caractéristique. Procédé d'analyse qualitative. *Société de radiologie du littoral méditerranéen*, Marseille, nov. 1936.
- LAMARQUE P. TURCHINI J. et CASTEL P. - Historadiographie et localisation médicamenteuses : détection des sels d'or. *Arch. de la Soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen* 18, 1936, 27.
- CASTEL P. LAMARQUE P. et TURCHINI J. - Historadiographie et localisation histologique de substances médicamenteuses ou toxiques à poids atomique élevé. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 123, 1936, 1051.
- TURCHINI J. - Historadiographie et fixations histologiques. *Arch. de la soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen* 18, 1936, 113.
- LAMARQUE P. - L'Historadiographie. Principe. Technique, *Bull. d'Histol. appl.* 14, 1935, 5.
- TURCHINI J. - L'Historadiographie. Applications *Bull. d'histol. appl.*, 14, 1937, 17.
- LAMARQUE P. - Une nouvelle méthode d'utilisation des rayons X.

L'Historiographie. *Montpellier médical*, 11, 1937, 47.

TURCHINI J. - De quelques applications de l'historiographie intéressant plus spécialement les sciences médicales, *Montpellier médical*, 11, 1937, 69.

— Contribution à l'étude des imprégnations métalliques par la technique de l'historiographie. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXII^e Réunion, Marseille, Mars 1937, 429.

LAMARQUE P. - Application des rayons X à l'étude des objets microscopiques. Historiographie et radiomicrophotographie. *Th. Sc. phys.* Montpellier 1937, p. 26.

TURCHINI J. - Historiographie et structure des noyaux à réticulum chromatique et des noyaux à prochromose des cellules végétales. *Arch. de la Soc. des sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen* 19, 1937, 53.

— Nouvelles observations historiographiques. Opacité aux rayons X mous et densité des constituants tissulaires. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXIII^e Réunion, Bâle, Avril 1938.

SIRC - L'Historiographie. Nouvelle méthode d'investigation historique. Thèse Médecine Montpellier 1938.

LAMARQUE P. et TURCHINI J. - Les progrès accomplis en historiographie. *Languedoc médical*, 12 Déc. 1938.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos	9
Introduction	13
Chapitre I^{er} — Technique de l'Historadiographie	19
Chapitre II. — L'Historadiographie en Histo chimie	21
Chapitre III. — Recherche du calcium par les rayons X mous	23
Chapitre IV. — Recherche de l'arsenic et du phosphore par les rayons X mous.	25
a) avec le réactif molybdique.....	27
b) avec le réactif uranique	28
c) avec le réactif bismuthique.....	28
Chapitre V. — Résultats Histologiques	30
Conclusions	36
Bibliographie	39

*« D'un nouveau procédé
de détection cytochimique
de quelques substances mi-
nérales (As, P, Ca) par la
Technique de l'Histora-
diographie.*

par M^{lle} S. GAY

Je pense que la Faculté peut
en permettre l'impression.

Le Professeur,
Montpellier, le 12 Juillet 1939

LAMARQUE

Vu,

Montpellier, le 13 Juillet 1939

Le Doyen,

EUZIERE

Vu et permis d'imprimer,

Montpellier, le 13 Juillet 1939

Le Recteur,

PARISELLE

